

**MANIPULATOR FOR OPERATION**

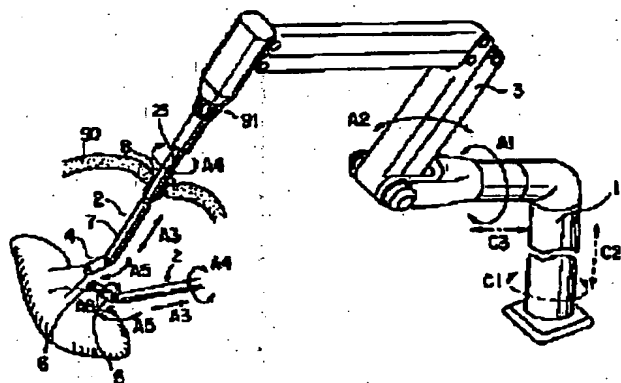
**Patent number:** JP7136173  
**Publication date:** 1995-05-30  
**Inventor:** MIZUNO HITOSHI; IKEDA YUICHI  
**Applicant:** OLYMPUS OPTICAL CO  
**Classification:**  
- **International:** A61B17/00; A61B1/00; A61B17/28; B25J7/00  
- **European:**  
**Application number:** JP19930285206 19931115  
**Priority number(s):** JP19930285206 19931115

Report a data error here

**Abstract of JP7136173**

**PURPOSE:** To prevent excessive force from working on other organs than those desired in contact therewith during working by providing a sufficient freedom to accomplish an observation and a treatment in a celom.

**CONSTITUTION:** In this manipulator 1 for operation used to observe and/or treat a tissue in vivo being driven by a remote control, a straight inserting part 2 insertible vivo, a manipulator body 3 having a positioning means to position the inserting part 2 while linking the inserting part 2 free to advance or retract, and working parts 4 and 5 with are connected to the tip of the inserting part having a bending part free to bend to observe or treat the tissue in vivo are provided.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成7年(1995)5月30日

### 技術表示箇所

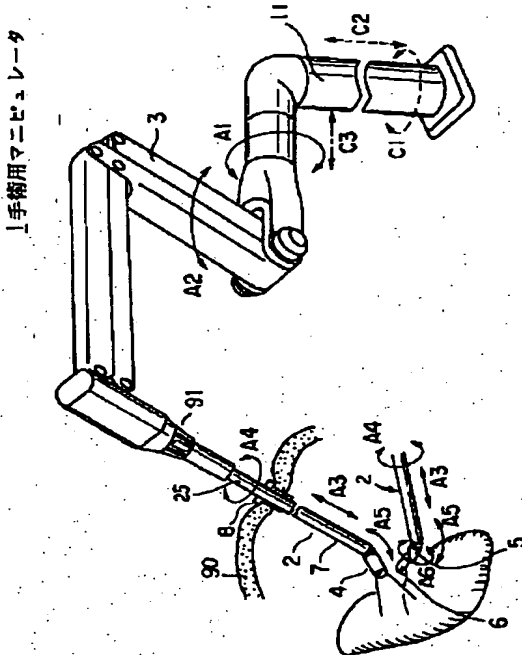
A

3 3 4 D

**B 2 5 J 7/00**

審査請求 未請求 請求項の数 1 OL (全 10 頁)

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦



(2)

特開平7-136173

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 遠隔操作によって駆動されて生体内組織部位の観察及びまたは処置を行なう手術用マニピュレータにおいて、生体内に挿入可能なストレート状の挿入部と、この挿入部を進退自在に連結するとともにこの挿入部の位置決めを行なう位置決め手段を備えたマニピュレータ本体と、屈曲自在な屈曲部を有して前記挿入部の先端に接続され生体内組織部位の観察及びまたは処置を行なう作業部とを具備することを特徴とする手術用マニピュレータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は遠隔操作によって駆動されて生体内組織部位の観察や処置を行なう手術用マニピュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】 腹壁等の体壁に穴を開け、この穴を通じて内視鏡や処置具を経皮的に体腔内に挿入することにより体腔内で様々な処置を行なう内視鏡下手術が従来から行なわれており、こうした術式は大きな切開を要しない低侵襲なものとして胆のう摘出手術や肺の一部を摘出除去する手術等で広く行なわれている。

【0003】 また、内視鏡や処置具を搭載し、遠隔操作により作動して、前記内視鏡や処置具を用いた手術を術者に代わって行なう手術用マニピュレータが例えば米国特許第5217003号に開示されている。こうした手術用マニピュレータは、通常、内視鏡や処置具を備える挿入部が多関節構造となっており、各関節をアクチュエータにより動作させることで、体腔内における目的部位に対するアプローチを容易ならしめている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前述した内視鏡下手術にあっては、体壁に開けた穴から体腔内に挿入される内視鏡や処置具が体腔内の極力広い範囲で動作できることが望まれる。しかしながら、術者が片手で操作できる内視鏡や処置具は自由度の少ない直線形状のものであり、内視鏡や処置具が目的の位置に届いたとしても所望のオリエンテーションで処置または観察を行なうことが困難であった。例えば、縫合の際に処置具で針を持って臓器等に針をかけようとする場合に、縫合線に対し直角に針をかけるのが望ましいが、処置具の自由度不足が原因で困難な場合があった。

【0005】 こうした問題は、自由度の大きい多関節構造の挿入部を備えた前述の手術用マニピュレータを用いることで解消されるが、この場合、目的の位置でかつ所望のオリエンテーションで作業を行なうために多関節構造の挿入部を動作させると、関節部が目的とする以外の臓器に接触して無理な力を与える可能性があった。

【0006】 本発明は上記事情に着目してなされたものであり、その目的とするところは、体腔内で観察および

2

処置を行なうのに十分な自由度を有するとともに、それらの作業中に目的以外の臓器に接触して無理な力を与えることのない手術用マニピュレータを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明は、遠隔操作によって駆動されて生体内組織部位の観察及びまたは処置を行なう手術用マニピュレータにおいて、生体内に挿入可能なストレート状の挿入部と、この挿入部を進退自在に連結するとともにこの挿入部の位置決めを行なう位置決め手段を備えたマニピュレータ本体と、屈曲自在な屈曲部を有して前記挿入部の先端に接続され生体内組織部位の観察及びまたは処置を行なう作業部とを具備したものである。

【0008】

【作用】 上記構成では、挿入部を所望の位置に位置決めすることで、進退自在な挿入部を直線的に患部にアプローチさせることができ、その後、作業部を屈曲させれば安全かつ確実に処置または観察が可能である。この構成では、作業部を体腔内で複雑に屈曲させる必要がないため患部以外の組織を傷付けることがない。また、作業部の長さを挿入部の長さよりも十分に短くするなど処置に必要な最小限の長さに設定することにより、さらに安全に患部のみを処置もしくは観察することができる。

【0009】

【実施例】 以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。図1ないし図4は本発明の第1の実施例を示すものである。本実施例の手術用マニピュレータ1は、マニピュレータ本体3と、生体壁90に穿設された挿入孔8を通じて体腔内に挿入可能なストレート形状の細径挿入部2とからなる。マニピュレータ本体3は挿入部2の位置決めを行なう位置決め手段としてのリンク機構および調整機構（いずれも後述する。）を備えたアーム構造になっており、このマニピュレータ本体3には後述するように挿入部2が進退自在に連結されている。また、挿入部2の先端には作業部としてのエンドエフェクタが屈曲自在に接続されている。このエンドエフェクタはマニピュレータ1の作業目的によって異なっており、図1には内視鏡4と処置具5とが示されている。エンドエフェクタとして処置具5を有するマニピュレータの本体3は図1に示されていないが、内視鏡4を備えたマニピュレータ1と同じ構造を有するものとして省略してある。

【0010】 内視鏡4および処置具5と挿入部2との間には図示のごとく屈曲部が1か所しか設けられていない。そして、内視鏡4および処置具5の長さは挿入部2の長さに対して十分に小さい。また、内視鏡4は照明手段および観察手段を有しており、処置具5は生体組織の把持や剥離、縫合のための針の把持等を行なうための開閉機構6を有している。

【0011】 ところで、マニピュレータ1の軸数は、エ

(3)

特開平7-136173

3

4

エンドエフェクタの位置及びオリエンテーションに関する自由度と、挿入孔8の位置に関する拘束条件とから決定される。前者については、体腔内の任意の位置にある臓器等を任意のオリエンテーションで観察あるいは処置を行なうために、一般に、6自由度が必要となる。ただし、エンドエフェクタが内視鏡4である場合には観察された画像の回転を画像処理により補正することで1つ自由度を減らして5自由度とすることができる。図1に示すような形状を有する処置具5の場合には6自由度が必要となる。また、後者については、マニピュレータ1が動作した際に生体壁90に開けた挿入孔8内で挿入部2が移動して生体壁90に無理な力がかからないように、挿入部2を常に一定の位置に保持することが望ましく、そのためには、3自由度の拘束条件が必要となる。したがって、両者を加えると、内視鏡4の場合は8自由度、処置具5の場合は9自由度が必要となる。この自由度を満足させるために、通常、マニピュレータ1の軸数も自由度の数だけ必要となるが、図1に示すマニピュレータ1は図3に示すポイントロック機構によってその軸数を3つ削減することが可能である。

【0012】すなわち、このポイントロック機構は、2組の四節回転連鎖が互いに対偶をなすような状態に6本のリンクを図3に示すように支点ピンを介して連結し、互いに向き合うリンク同士が平行になるように構成したものであり、先端側に位置する第1の平行四節リンク部9と手元側に位置する第2の平行四節リンク部9'とからなる。第2の平行四節リンク部9'の手元側に位置する固定リンク12は回転軸10によってその軸心回りに回転することができる。

【0013】このようなリンク機構では、第1の平行四節リンク部9の先端に位置する従動節21の中心線と固定リンク12の中心線との交点Pがこのリンク機構の動作（マニピュレータ本体3の振り動作）および回転軸10を介した固定リンク12の回転動作によらず常に一定の位置に固定される。

【0014】また、このリンク機構の手元側には固定リンク12の位置や方向を変化させる調整機構が設けられている。この調整機構は、それ自身その軸心回りに回転（図中C1の方向）可能でかつ上下動（図中C2の方向）可能な支持部11として構成されている。そして、この支持部11には回転軸10が回転（図中A1の方向）かつ進退（図中C3の方向）可能に支持されている。したがって、支持部11を回転させたり上下動させたり、あるいは、支持部11に対して回転軸10を進退させたりすることにより、固定リンク12の位置や方向を変化させることができ、結果的に交点Pを任意の位置に移動させることができる。無論、交点Pを所定の位置に移動させた後に調整機構と固定リンク12の進退動作とをロックさせれば、第2の平行四節リンク部9'を図中A2で示す方向に回転させてリンク機構を動作させて

も、また、固定リンク12を回転動作させても、交点Pの位置はその所定位置に固定されたままである。

【0015】したがって、交点P（挿入部2上に位置している。）が挿入孔8の位置に一致するように調整機構を調整すれば、その後にリンク機構を動作させても挿入孔8内における挿入部2の部位は常に一定の位置に保持される。つまり、交点Pを挿入孔8の位置にロックさせた状態でリンク機構を動作させると、挿入部2は生体壁90に無理な力を与えることなくその体腔内での位置を任意に変化させることができる。よって、このポイントロック機構によれば、マニピュレータ1が動作した際に生体壁90に開けた挿入孔8内で挿入部2が移動して生体壁90に無理な力がかからないため、前述した3自由度の拘束条件は不要となる。したがって、本実施例のマニピュレータ1の場合、本体3のリンク機構と挿入部2とを合わせても、その軸数はエンドエフェクタを内視鏡4とした場合で5つ、処置具5とした場合で6つとなる。

【0016】次に、エンドエフェクタとして内視鏡4を有する挿入部2の駆動機構について図4を参照しつつ説明する。図4の（a）に示すように、挿入部2は、円筒状の直動部7と、直動部7を進退自在に支持するガイド部24と、ガイド部24を支持し図中A4で示す回転方向に回転自在な回転部25とからなる。回転部25は前述した従動節21を有して従動節21と同一の動作を行なう手元側部91に回転自在に支持されている。

【0017】内視鏡4の図中A5方向の回転を可能にする軸心部にはプーリー17が設けられている。このプーリー17にはワイヤ18が掛けられており、このワイヤ18の両端はそれぞれ回転部25に回転自在に支持された第1のボールねじ19aと第2のボールねじ19bとに牽引可能に固定されている。また、第1のボールねじ19aと第2のボールねじ19bはそれぞれ第1のモータ20aと第2のモータ20bとによって回転される。プーリー17を支持する直動部7はガイド部24との間に配設されたスプリング22によって先端方向に付勢されており、常にワイヤ18に張力が掛かるようになっている。

【0018】モータ20a、20bの駆動によってボールねじ19a、19bがワイヤ18のそれぞれの端部を右側に牽引すると、ワイヤ18の各端部の移動量の和の半分に相当する距離だけ直動部7が図中A3で示す右側方向に移動し、ワイヤ18の各端部の移動量の差分だけ先端にある軸（プーリー）17が図中A5で示す回転方向に回転する。

【0019】回転部25は、ベアリング22により支持されており、第3のモータ20cにより平衡車23、23を介して回転される。ガイド部24は回転部25にボルト26等の結合部材によって固定されている。このボルト26を外して、さらに、ワイヤ18をボールねじ1

(4)

特開平7-136173

5

6

9 a, 19 bから取り外すことにより、ガイド部24を含めた体腔内に挿入される挿入部2の部分を取り外すことができ(図4の(b)参照)、これらの部分を単独に洗浄・消毒・滅菌することができる。

【0020】上記構成では、A1~A6の回転もしくは進退動作を可能とさせる全ての軸が駆動手段としてアクチュエータと駆動伝達要素とを有しており、これらの駆動手段はマニピュレータ1の図示しない制御装置において演算された動作指令に基づいて動作する。動作指令を決定する手段として、マニピュレータ1の前記制御装置に予めプログラムされた動作パターンを呼び出して実行させるいわゆるプレイバック方式の他に、図2に示すマスターアーム14を操作者が手で動作させるとその動きを制御装置により計測した後にマニピュレータ1の動作指令を演算して実行させるいわゆるマスタースレーブ方式がある。マスターアーム14は、マニピュレータ1に相当する自由度を持つ関節機構15と、各関節に設けたエンコーダ16とを有する。

【0021】このように、本実施例のマニピュレータ1は、エンドエフェクタとして内視鏡4を用いた場合にはA1~A5の5つの自由度を有し、また、エンドエフェクタとして処置具5を用いた場合には先端の回転A6を含めた6つの自由度を有しており、前述した調整機構とリンク機構とによって挿入部2の位置決めを行なうことができる。すなわち、調整機構(C1~C3)によって交点Pを挿入孔8に位置固定させた状態で、今度はリンク機構を動作させる(A1~A2)ことにより、体腔内における挿入部2の位置決めが行なえる。

【0022】また、このように挿入部2を位置決めした後の目的部位へのアプローチは、A3, A4, A5によって直線的かつ屈曲的に行なうことができる。つまり、本実施例の挿入部2は、円筒形状の直動部7とその先端に屈曲自在に支持されるエンドエフェクタとを有する構造となっており、直動部7が直線状でかつ細く、回動軸17からエンドエフェクタの先端までの長さが直動部7の長さに対して十分に小さいことが特徴である。したがって、この構成では、細長い直動部7により挿入孔8から目的とする部位まで直線状にアプローチし、屈曲するエンドエフェクタの姿勢により目的とする部位における所望のオリエンテーションを得ることができる。この際、直動部7は直線状であるため、直線的なアプローチの際に目的とする以外の臓器に接触することがない。また、挿入部2はエンドエフェクタをも含めてその屈曲部が1か所のみであり且つエンドエフェクタの長さが直動部7の長さに対して十分に小さいため、エンドエフェクタの屈曲動作の際にも目的とする以外の臓器に接触しにくい。

【0023】以上のように、本実施例の手術用マニピュレータ1は、挿入部2のエンドエフェクタが体腔内の広い範囲に対してアプローチできるとともに、その際に挿

入部2とエンドエフェクタとが目的とする以外の臓器に接触しにくい構造となっている。つまり、体腔内で観察および処置を行なうのに十分な自由度を有するとともに、それらの作業中に目的以外の臓器に接触して無理な力を与えることがない。

【0024】なお、本実施例の場合、屈曲部17からエンドエフェクタの先端までの長さは直動部7の長さに対して5分の1以下であることが望ましい。図5は本発明の第2の実施例を示すものである。本実施例のマニピュレータ1aは、エンドエフェクタとして、生体組織の把持や剥離の他に図4に示すように縫合のための針27の把持を行なう処置具5aを用いたものであり、その他の構成は第1の実施例と同一である。なお、マニピュレータ1aの動作指令を決定するための手段も、第1の実施例と同様に、プレイバック方式の他、図2に示すマスターアーム14を操作者が手で動作させることによるいわゆるマスタースレーブ方式が可能である。

【0025】本実施例の場合、処置具5aは緩やかな曲線を描いて湾曲する湾曲部28を有しており、この湾曲部28が円筒形状の直動部7に接続された構造となっている。したがって、細長い直動部7により挿入孔8から目的とする部位まで直線状にアプローチし、湾曲部28により目的とする部位における所望のオリエンテーションを得ることができる。この構成の場合も、直動部7は直線状であるため、その途中で目的とする以外の臓器に接触することがない。また、湾曲部28は緩やかに湾曲するため、目的とする以外の臓器に接触しても無理な力がかかるとはならない。なお、湾曲部28の長さは直動部7の長さに対して3分の1以下であることが望ましい。

【0026】図6は本発明の第3の実施例を示すものである。本実施例の手術用マニピュレータ1bは、エンドエフェクタが2つの処置具5b, 5bから成り、縫合を行なう際に針27の受け渡しを行なうことができるようになっている。その他の構成は第1の実施例と同一である。この構成の場合も、マニピュレータ1bの動作指令を決定するための手段として、図6の(b)に示すようにマスターアーム14を操作者が手で動作させることによるいわゆるマスタースレーブ方式を採用することができる。

【0027】図7は本発明の第4の実施例を示すものである。本実施例のマニピュレータ1cは腎臓60の摘出作業を行なうためのものである。腎臓60を摘出する場合、一般に、背側からアプローチする方法と、腹側からアプローチする方法とがある。背側からアプローチする方が腎臓60に到達するのに近いが、開腹せずに内視鏡や処置具を挿入して手術を行なういわゆる内視鏡下手術においては、体腔内において十分な術野確保できないという問題があった。

【0028】本実施例のマニピュレータ1cは、直線状の挿入部30と、挿入部30の周囲に設けた透明バルー

(5)

特開平7-136173

7

8

ン3.1と、挿入部3.0の先端に設けた立体視内視鏡2.9と、同じく挿入部3.0の先端に設けた双腕多自由度アーム3.2とからなり、背側からアプローチする際にも術野を確保することができるとともに、双腕多関節アーム3.2が処置を行なう際に目的とする以外の臓器に接触することなく腎臓6.0を摘出することができる。すなわち、まず、挿入部3.0を後腹膜6.1を通じて体腔内に挿入したら、それと同時に生理食塩水でバルーン3.1を膨らませて後腹膜腔を拡張し、十分な視野を確保する。これにより、双腕多関節アーム3.2は、周囲の臓器から距離を離すことができ、関節部3.3が目的とする臓器に接触しにくくなる。さらに、立体内視鏡2.9の視野を十分広く取り、その視野の中に双腕多関節アーム3.2全体を納めることにより関節部3.3が周囲の臓器に接触しようとするのを観察できるため、目的以外の臓器への接触を事前に防ぐことができる。そして、腎臓6.0を尿管6.2、腎動脈6.3および腎静脈6.4から切離した後に挿入孔8から摘出する。なお、マニピュレータ1cの本体部の構成は第1の実施例と同一である。

【0029】図8および図9は本発明の第5の実施例を示すものである。本実施例のマニピュレータ1dも腎臓6.0の摘出作業を行なうためのものである。本実施例のマニピュレータ1dは、直線状の挿入部3.4と、挿入部3.4の周囲に設けられて体腔内への挿入後にパラソル状に開く体腔内視野拡張具3.5（複数の拡張部材3.5a…から成る。）と、体腔内視野拡張具3.5の内側に設けた臓器摘出用組織粉碎器3.6と、立体視内視鏡3.7と、挿入部3.4の先端に設けられた剥離鉗子・圧排子用のマイクロマニピュレータ3.8、3.8と、縫合・結紮用の双腕マイクロマニピュレータ7.0、7.0とからなり、双腕マイクロマニピュレータ7.0、7.0の把持面には触覚センサ3.9が設けられている。尿管、腎動脈および腎動脈から切離されて挿入孔8を通じて摘出される腎臓6.0はそのままの大きさでは挿入孔8を通ることができないので、体腔内視野拡張具3.5で腎臓6.0を包んだ後にこの腎臓6.0を臓器摘出用組織粉碎器3.6によって粉碎する。そのため、臓器摘出用組織粉碎器3.6には強力超音波振動子と吸引装置とが備えられている。

【0030】図9は腎臓を切り離す際に縫合・結紮用の双腕マイクロマニピュレータ7.0、7.0により腎動脈6.3の結紮を行なう動作を示したものである。図示のように、腎動脈6.3に糸4.0をかけ（図9の（a）（b）参照）、この糸4.0によって腎動脈6.3を結紮する（図9の（c）（d）参照）といった複雑な一連の作業は、予めプログラムされたシーケンスに従い、双腕マイクロマニピュレータ7.0、7.0により自動的に行なわれる。なお、マニピュレータ1dの本体部の構成は第1の実施例と同一であるが、異なった構成であっても良い。

【0031】本実施例においては、気腹作業を行なうことなく体腔内術野拡張具3.5が十分な術野を確保すると

同時に体腔の内壁を保護し、また、触覚センサ3.9により臓器への損傷を防ぐことができるため、マイクロマニピュレータ3.8、7.0が目的とする以外の臓器に接触することが少ない上に、接触しても体腔内術野拡張具3.5で保護されているため、臓器に無理な力を及ぼすことがない。

【0032】図10は、前述した各実施例におけるマニピュレータ1の操作手段として、操作者の腕の筋電位を使用する場合を示している。操作者の腕に複数の筋電位電極4.1を配列した筋電アレイセンサ4.2を取り付け、操作者が手を動かしたときに筋肉から発生する筋電位信号を検出する。検出処理回路4.3は、手の動きと検出された筋電位の分布との相関関係を予め求めておくことにより、検出された筋電位の分布からどのように手を動かしたかを認識することが可能である。本実施例では、手の開閉時と手首の振り動作との際に発生する筋電位の分布を予め求めておき、これらの筋電位の分布が発生したときに、マニピュレータ1の処置具5の開閉及び湾曲部2.8の湾曲動作が操作者の手の動きと一致するように、マニピュレータ制御回路4.4が動作指令を発する。

【0033】図11は、操作者が前述のマスタースレーブ方式あるいは筋電アレイセンサを用いて体腔内に挿入されたマニピュレータ1を操作する場合に、体腔内の観察像をマニピュレータ1の本体であるアーム部3に取り付けた小型ディスプレイ4.7で見ながら行なうことができるようになっているものである。第4の実施例のように挿入部3.4の先端に取り付けられた内視鏡3.7の光軸と小型ディスプレイ4.7の法線とが平行となるように小型ディスプレイ4.7がマニピュレータ1のアーム部3に取り付けられている。これにより、マニピュレータ1が動作して視野が変化しても小型ディスプレイ4.7もこれに伴って動作するため、観察方向と表示される方向とが常に一致し、操作者は観察方向を感覚的に把握しながらマニピュレータ1を操作することができる。

【0034】図12は、前立腺摘除術（TUR-P）のロボットシステムの全体構成図を示している。本システムは、レゼクトスコープ4.8を取り付けたロボット4.9と、超音波スコープ5.0を取り付けたロボット5.1と、レゼクトスコープ4.8に取り付けたカメラ5.2と、カメラ5.2で撮影した画像と超音波エコー像とを同時に表示するモニタ5.3と、2台のロボット4.9、5.1を操作するための操作部5.4と、ロボット制御装置5.5とを備えている。また、レゼクトスコープ4.8の先端にはロープ形状の高周波電極5.6が設けられている。

【0035】この構成にあつては、操作者はモニタに映しだされた前立腺8.0の切除対象を観察しながらロボット4.9、5.1を操作し、レゼクトスコープ4.8の先端を切除対象に向け、高周波電極5.6を尿道4.8の開口側に引きながら前立腺8.0を切除することができる。この際、高周波電極5.6は常にレゼクトスコープ4.8の視野

9

の中に納まってモニタ 5 3 に映しだされているため、操作者は誤って目的とする以外の部位を切除することがない。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の手術用マニピュレータは、体腔内で観察および処置を行なうのに十分な自由度を有するとともに、それらの作業中に目的以外の臓器に接触して無理な力を与えることがない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例を示す手術用マニピュレータの全体構成図である。

【図 2】手術用マニピュレータの動作指令を決定するためのマスターアームを有するマスタースレープ方式の構成図である。

【図 3】図 1 の手術用マニピュレータのポイントロック機構の構成図である。

【図 4】図 1 の手術用マニピュレータの挿入部の駆動機構を示す断面図である。

【図 5】(a) は本発明の第 2 の実施例を示す手術用マニピュレータの全体構成図、(b) は (a) の手術用マニピュレータの動作指令を決定するためのマスターアームを有するマスタースレープ方式の構成図である。

【図 6】(a) は本発明の第 3 の実施例を示す手術用マ

(6)

特開平 7-136173

10

ニピュレータの全体構成図、(b) は (a) の手術用マニピュレータの動作指令を決定するためのマスターアームを有するマスタースレープ方式の構成図である。

【図 7】本発明の第 4 の実施例を示す手術用マニピュレータの挿入部を腎臓にアプローチさせた状態を示す状態図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施例を示す手術用マニピュレータの挿入部を腎臓にアプローチさせた状態を示す状態図である。

【図 9】図 8 の手術用マニピュレータのエンドエフェクタを用いた動脈の結紮作業を作業工程別に示した工程図である。

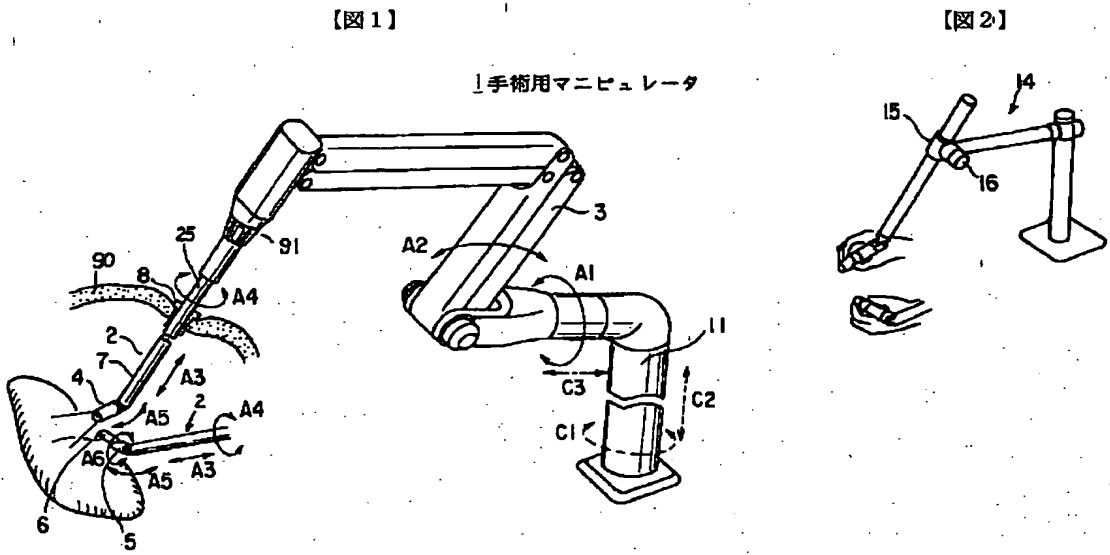
【図 10】操作者の腕の筋電位を用いたマニピュレータ操作方法の概略構成図である。

【図 11】小型ディスプレイで体腔内の観察像を見ながら作業を行なうことが可能な好適な構成例を示す斜視図である。

【図 12】前立腺摘除術 (TUR-P) のロボットシステムの全体構成図である。

【符号の説明】

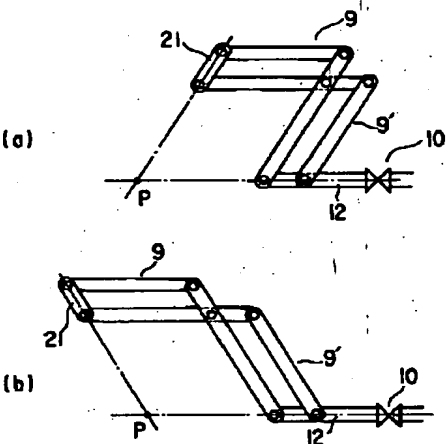
1, 1 a, 1 b, 1 c, 1 d…手術用マニピュレータ、2…挿入部、4, 5…エンドエフェクタ (作業部)、3…マニピュレータ本体、11…支持部。



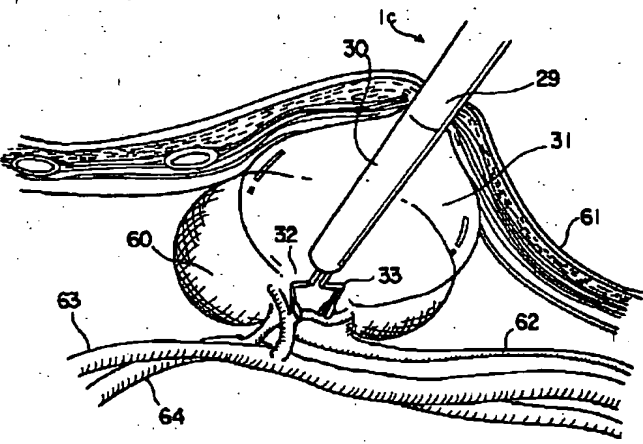
(7)

特開平7-136173

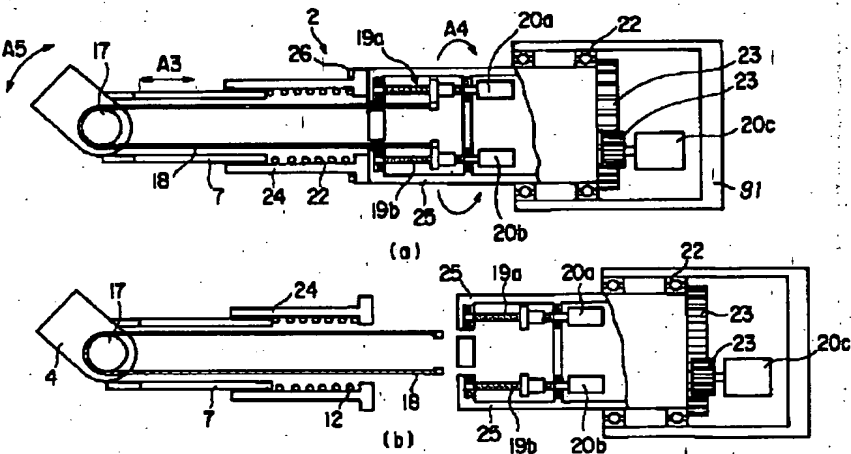
【図3】



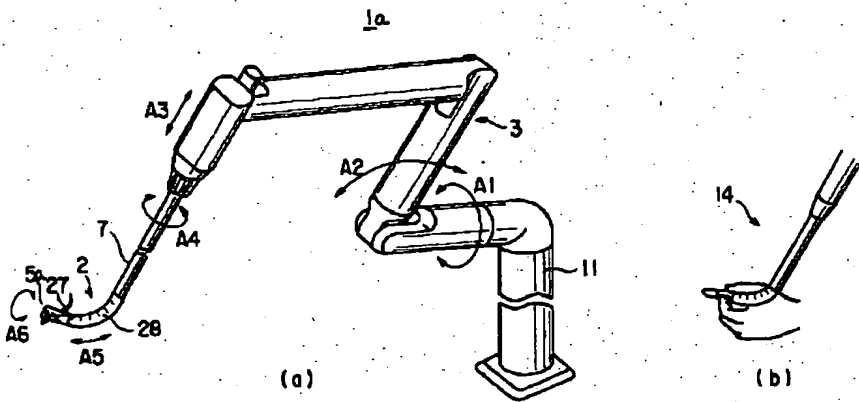
【図7】



【図4】



【図5】

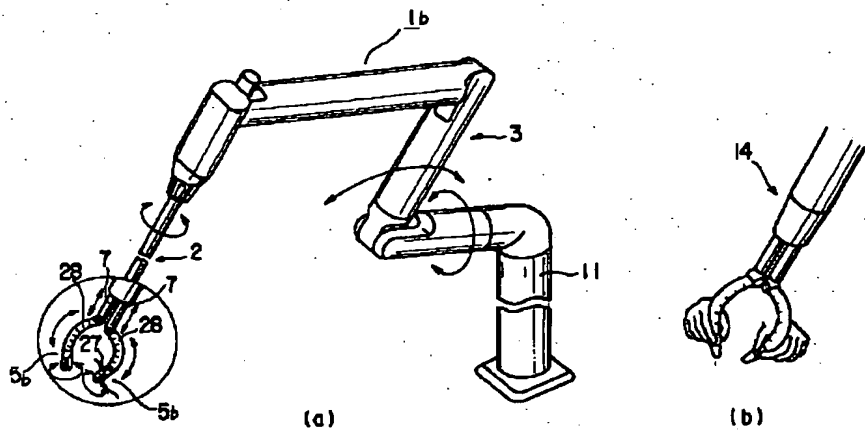




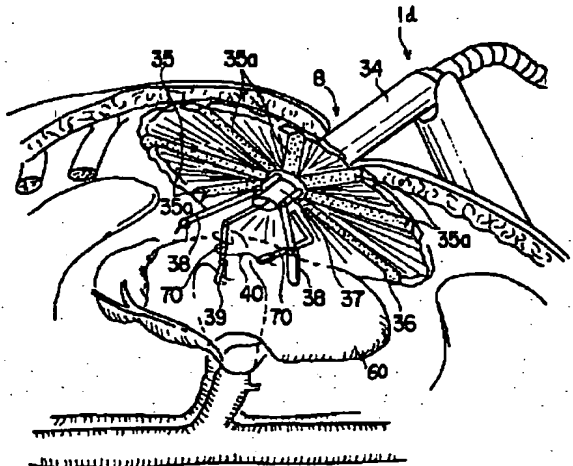
(8)

特開平7-136173

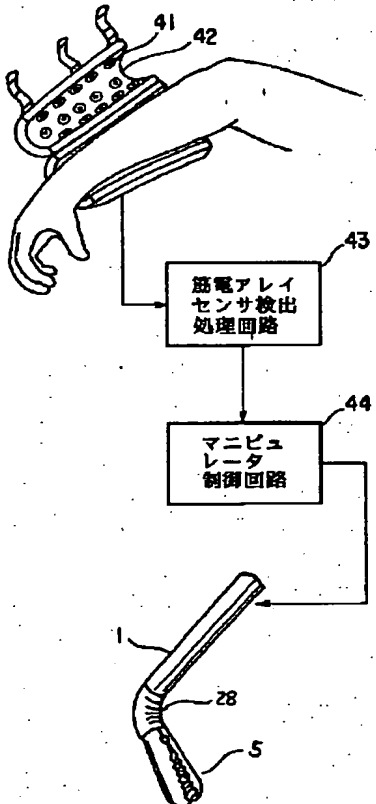
【図6】



【図8】



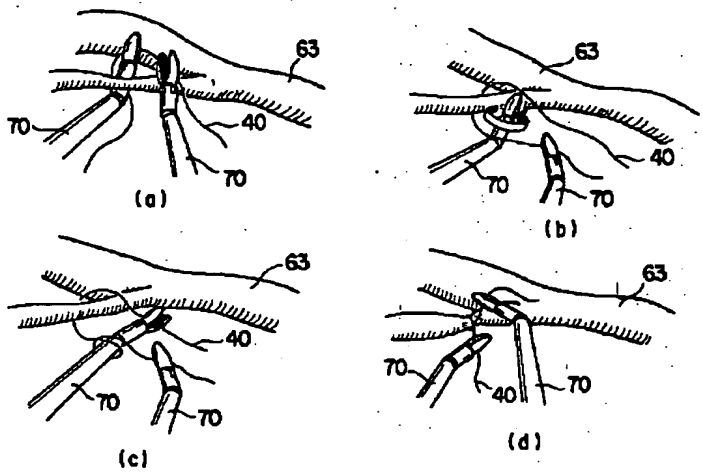
【図10】



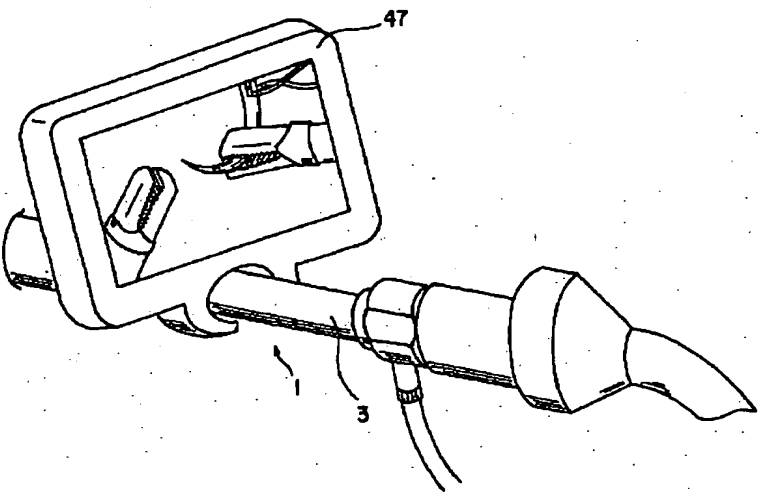
(9)

特開平7-136173

【図9】



【図11】



特開平7-136173